以微生物提昇菇類木屑堆肥品質之研究

簡宣裕　鄭金滿 林美娟 鄭智馨

行政院農業試驗所農業化學系

摘　要

將篩選到的溶磷菌與固氮菌於金針菇木屑堆肥中繁衍增殖，研製出含豐富有益微生物的堆肥，微生物存活及高族群密度可以維持 21 天。有益微生物接種于金針菇木屑堆肥，盆栽試驗結果顯示堆肥與土壤以 1：200 混合施用，看不出有益微生物接種于堆肥有顯著促進甘藍菜與玉米生長的效果，當堆肥用量提昇爲 1：40 時，有益微生物接種于堆肥才顯著有促進甘藍菜與玉米生長的效果。金針菇木屑堆肥接種有益微生物 7 天至 14 天後施用於土壤，較能促進甘藍菜與玉米的生長。

關鍵詞：有益微生物、金針菇木屑有機質肥料

Summary

In Taiwan, there are lots of agricultural wastes produced each year. It should cause a big problem of environmental pollution, if they are not well treated. In order to protect ecosystem balance and maintain good quality of environment, reusing agricultural organic wastes should be encouraged and taken action. Using agricultural organic wastes to produce organic fertilizers apply to field as providing nutrients for the crops is a proper way. Beneficial microorganisms can dissolve insoluble phosphate compounds of soil, fix nitrogen to biomass from air, mineralize organic compounds to release nutrients, and secrete promoting plant growth substances. General speaking, composts have fewer beneficial microorganism populations and slower nutrient releasing rates than those of chemical fertilizers. The objectives of the study were to use beneficial microorganisms, such as

nitrogen-fixing bacteria and phosphate-solubilizing bacteria, to promote the quality of wasted winter mushroom sawdust compost. Investigating its effect on the growth of kale, cabbage, and corn. The results showed that the compost applied to soil at a rate of 1:200, the effect of the compost on the fresh weight of kale was significant, but not for that of cabbage or corn crop. As the application rate rose up to 1:40, the effect of the compost on the fresh weights of cabbage and corn crop increased significantly.

前言

臺灣每年有大量農業廢棄物產生（林與簡，1995；1998），其實此些農產廢棄物通常含有相當量的養分，其三要素含量可分別爲年化學用量的 58％、233％ 及 110％（張，1995），若這些農業廢棄物未加以妥善處理，則不但甚爲可惜，且會造成相當嚴重的環境污染，影響到國人的生活品質、衛生與健康，故爲了生態系統及環境的維護與保育，這些農業廢棄物如何加強處理、利用及用來產製有機質肥料回歸於農田，增進土地生產力，是值得重視與鼓勵。有益微生物，如 *Trichoderma viride* 與 *Bacillus subtilis* 可以降解木質纖維素（lignocellulose）等大分子有機化合物合成腐植質（humic substance）（Requena 等，1996），*Azotobacter sp.*、*Azospirillum brasilense* 及 *Bacillus sp.* 等可以釋出促進植物生長物質（1993；Brito 等，1995 及 Requena 等，1997）及作物生長需要的養分（Hassink 等，1995）。又有益微生物分泌檸檬酸、草酸及蘋果酸等之有機酸與磷酯酵素、核酸酵素及植酸酵素等之磷酸酵素（phosphatases）可以溶解或降解土壤中難溶無機磷化合物及有機磷化合物（楊秋忠，1989；Illmer 等，1992 及 Tanaka 等，1989）及固定空氣中氮素（Döbereiner 等，1975；Sloger 與 Owens，1978；Mertens 與 Hess，1984；Benson 等，1988 及 Janzen 與 McGill，1995）。而一般堆肥或有機質肥料的養分釋放速率較緩慢，肥效遠不如化學肥料（Tanaka 等，1989），且堆肥中有益微生物的族群數很少（Zucconi 等，1985），豬糞堆肥、牛糞堆肥、雞糞堆肥、金針菇木屑堆肥及香菇木屑堆肥的固氮細菌與溶磷細菌的族群數皆分別小於 10^3 cfu / g compost 與 10^4 cfu / g compost（簡，1998）。故

研發增加固氮細菌、溶磷細菌及促進作物生長之菌株於有機質肥料的族群數，以提昇其品質，增進對作物的肥效，是很有意義的試驗研究。本研究擬以菇類木屑堆肥當做培養有益微生物的介質，研製出含豐富有益微生物族群之有機質肥料，可增進其肥效及促進作物生長，不但可以快速處理及消耗掉大量農業廢棄物，有利於農業生態與環境保護及國人衛生保健，維護大眾生活品質，且有利於有機農業推行，生產出健康有機農產品，使農業能永續的經營。

於金針菇木屑堆肥中增殖有益微生物之探討

一般而言腐熟堆肥中含有益微生物，如固氮細菌、溶磷細菌等的數目很少 (Zucconi, 1985; 吳繼光與簡宣裕, 1995) 。經本試驗取樣測定的結果，豬糞堆肥、牛糞堆肥、雞糞堆肥、金針菇木屑堆肥、香菇木屑堆肥的固氮細菌族群數與溶磷細菌族群數,皆分別小於 10^3 cfu/g compost 與 10^4 cfu/g compost (表一) 。

若將溶磷細菌與米糠混合後接種于金針菇木屑堆肥中，經 7 天後，堆肥的溶磷細菌數目可達 10^9 cfu/g compost，於試驗進行至 14 天及 21 天時，溶磷細菌族群數仍分別還有 1.3×10^8 cfu/g compost 與 5.1×10^7 cfu/g compost （表二），還是遠高於金針菇木屑堆肥背景的溶磷細菌族群數 1.6×10^4 cfu/g compost 。金針菇木屑堆肥同時添加固氮細菌與米糠處理，於試驗進行 7 天時，每克堆肥樣品的固氮細菌族群數為 6.4×10^8 cfu/g compost ，遠比其他處理者多，試驗進行至 21 天時，固氮細菌族群數仍比堆肥背景的固氮細菌族群數 3×10^4 多 10^3 倍 （表三）。

表一、幾種有機質肥料的有益微生物族群數目

Organic fertilizers	Beneficial microorganism populations	
	PSB	NFB
	---------------------- cfu / g compost-------------------	
Swine feces compost	3.5×10^2 b	3.3×10^3 a
Cattle feces compost	$< 10^2$ c	2.2×10^3 b
Chicken feces compost	4.1×10^2 b	2.5×10^2 b
Winter mushroom Sawdust waste compost	5.6×10^2 a	2.3×10^3 b
Shiitake mushroom Sawdust waste compost	$< 10^2$ c	5.5×10^2 c

Mean values in the same column by the same letter, are not significantly different ($p > 0.05$) by Duncan's multiple-range test

表二、溶磷細菌接種于金針菇木屑堆肥不同時間後之族群數

Times	Treatments	PSB populations (cfu/g compost)
7 Days	A	6.1×10^5
	B	9.3×10^5
	C	4.8×10^9
14 Days	A	1.0×10^4
	B	3.7×10^4
	C	1.3×10^8
21 Days	A	1.2×10^4
	B	1.3×10^4
	C	5.1×10^7

Treatment A: compost + liquid cultural medium. Treatment B: compost + PSB suspension.
Treatment C: compost + PSB suspension + rice bran. Background PSB population of compost was 1.6×10^4 cfu/g.

表三、固氮細菌接種于金針菇木屑堆肥不同時間後之族群數

Times	Treatments	NFB populations (cfu/g compost)
7 Days	A	1.4×10^6
	B	1.5×10^6
	C	6.4×10^8
14 Days	A	1.8×10^6
	B	2.8×10^6
	C	4.5×10^7
21 Days	A	5.1×10^5
	B	1.0×10^6
	C	4.5×10^7

Treatment A: compost + liquid cultural medium. Treatment B: compost + NFB suspension. Treatment C: compost + N-fixing bacterium suspension + rice bran. Background NFB population of compost was 3.0×10^4 cfu/g.

接種有益微生物于金針菇木屑堆肥不同時間後施用於土壤對作物生長的影響

溶磷細菌 TARIB9 及固氮細菌 TARIB55 與米糠混合後接種于於堆肥中，經 0 天、 7 天及 14 天之後，以 1：200 比例施用於盆栽土壤，試驗結果顯示芥蘭菜鮮株重分別爲液體培養基與米糠混合後添加於堆肥處理者的 118 %、 126 % 及 120 %， 2 種處理間達顯著差異。有益微生物與米糠混合後接種于堆肥，經 7 天之後施用於土壤，對芥蘭菜株重的生長效益最好。

對於甘藍菜及玉米而言，仍然以有益微生物與米糠混合後接種于堆肥 7 天後施用於土壤，最有利其生長，但在與液體培養基和米糠混合後添加於堆肥處理者的株重差異皆不顯著。

此與甘藍菜和玉米植株較大，在堆肥以 1:200 比例施入土壤，於盆栽進行 3 至 4 星期時，植株即顯出養分不足情形，而影響到有益微生物添接種于堆肥對作物的生長效益有關。

將含豐富有益微生物金針菇木屑堆肥的用量提高，使與土壤混合比例爲 1:40 ，再次進行評估試驗。試驗結果顯示甘藍菜因堆肥用量的提高，獲得較多的養分，改善了養分缺

乏的問題，故有益微生物與米糠混合後接種于堆肥經 7 天後施用於土壤之處理，可比對照處理及液體培養基與米糠混合後添加於堆肥處理者有較顯著的株重，而讓有益微生物發揮出效益。同樣的，堆肥用量的增加亦改善了玉米養分缺乏問題，有益微生物與米糠混合後接種于堆肥，經 0 天、 7 天 及 14 天後施用於土壤，皆顯著的比對照處理者的植株重，可顯現出有益微生物促進玉米生長的效益。

含豐富有益微生物金針菇木屑堆肥以較高用量施入土壤對作物生長效益的影響

爲了評估高堆肥用量時，對作物生長的效益是否大部份來自接種有益微生物的貢獻，故將有益微生物與米糠混合後加以滅菌，添加於堆肥，經不同時間後施入土壤，當做對照處理的一種，進行盆栽試驗。

試驗結果顯示有益微生物與米糠混合後接種于堆肥，經 0 天、 7 天、 14 天及 28 天後施入土壤之試驗處理的芥蘭菜株重與有益微生物與米糠混合後滅菌然添加於堆肥處理者的株重皆差異不顯著，但此 2 試驗處理皆比液體培養基與米糠混合後添加於堆肥處理者的株重顯著的重，此表示有益微生物與米糠混合 48 小時，所產生的養分或者是促進作物生長的化合物，對於芥藍菜株重所效益的影響所致。

對甘藍菜的鮮株重而言，有益微生物與米糠混合後接種于堆肥，經 0 天及 7 天之後施用於土壤處理者的株重分別爲 331 g 與 353 g ，皆比有益微生物與米糠混合後經滅菌添加於堆肥處理者的株重 311 g 與 338 g 爲重，且差異顯著，而有益微生物與米糠混合後經滅菌後添加於堆肥處理者的株重，與液體培養基與米糠混合後添加于堆肥理者的株重爲重差異不顯著，顯示有益微生物與米糠混合後接種于堆肥中，在 7 天之內施用於土壤，可以有效促進甘藍菜的生長效益。

有益微生物與米糠混合後接種于堆肥經 0 天、 7 天及 14 天後施用於土壤，可使玉米株重顯著的比有益微生物與米糠混合後經滅菌添加於堆肥處理者顯著的重，且有益微生物與米糠混合後經滅菌添加於堆肥處理者的株重，比液體培養基與米糠混合添加於堆肥處理者顯著的較重，顯示有益微生物與米糠混合後接種于堆肥中，於 14 天內施用於土壤，可使有益微生或有益微生物於培養過程所產生的化合物發揮出對玉米生長效益顯著的影響。

結　　論

綜合上述的資料，可以知道有益微生物與米糠混合後接種于堆肥，以在 7 天至 14 天之內施用於土壤中，較有可能使有益微生物發揮對芥藍菜、甘藍菜及玉米生長效益顯著的影響。當堆肥施用量低時，有益微生物與米糠混合後接種于堆肥處理者對甘藍菜及玉米的生長效益的影響較小，此與甘藍菜與玉米植株較大，對養分的需求量也就相對的較多，低堆肥施用量不能滿足甘藍菜與玉米植株正常生長時的營養需求，植株因養分不足，限制其正常生長，而影響到有益微生物促進甘藍菜與玉米生長的效益，當堆肥施用量提高時，有益微生物與米糠混合後接種于堆肥處理，才逐漸顯現出促進甘藍菜與玉米生長的效益影響。

故有益微生物與米糠混合後接種于堆肥處理對作物生長、株重效益的影響，與作物種類、堆肥成分及施用時機等有密切關係。對於小型葉菜類作物而言，低堆肥施用量，即有可能顯現出有益微生物與米糠混合後接種于堆肥處理促進作物生長效果。但對較大型的作物而言，低堆肥用量會因養分嚴重不能滿足作物植株正常生長的需要，此時含豐富有益微生物堆肥，促進作物生長的效益會顯著的減少。